





AP

Torque measuring device for a device measuring the flow of material

Patent number: DE19905951
Publication date: 2000-08-17
Inventor: TOERNER LUDGER (DE)
Applicant: SCHENCK PROCESS GMBH (DE)
Classification:
 - international: G01F1/84
 - european: G01F1/80
Application number: DE19991005951 19990212
Priority number(s): DE19991005951 19990212

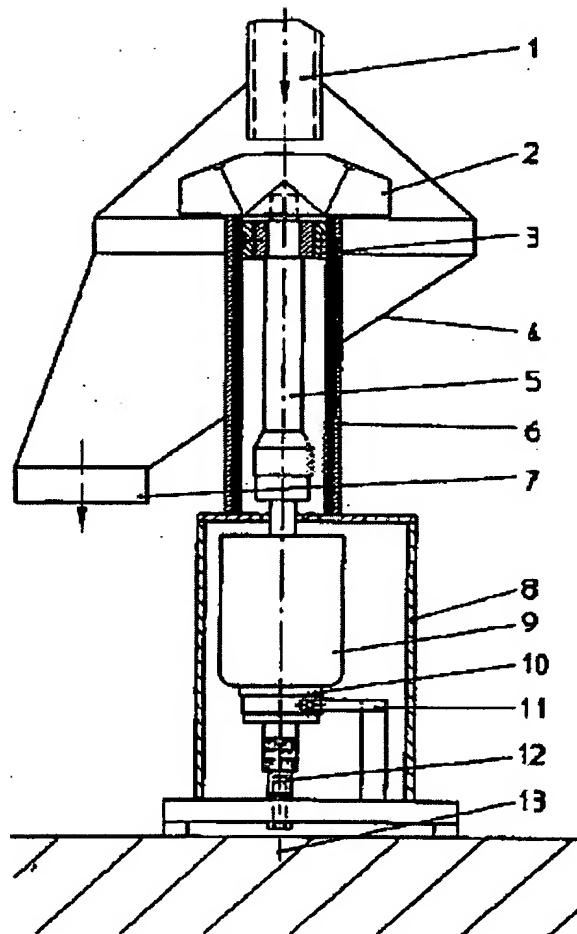
Also published as:

 WO0047955 (A1)
 EP1151252 (A1)
 US6705171 (B1)
 EP1151252 (B1)

Report a data error here

Abstract of DE19905951

The invention relates to a device for measuring the flow of material, especially of a flow of bulk material, according to the Coriolis principle of measurement. Said device contains an impeller (2) which is driven by a motor (9) with a constant torque. The flow of material is fed to the impeller (2) and is radially deviated. The driving torque is measured by a torque measuring device. The driving torque is transmitted to a force-sensing element (22) via a pivot bearing element (12) in order to determine the torque. The force-sensing element (22) contains at least two horizontal leaf spring elements (16, 17) which cross each other and which are arranged in such a way that the crossing point of said leaf spring elements (16, 17) coincides a rotational axis (13). A thrust bearing element (14) is integrated into said pivot bearing element (12). The weight of the drive train is transmitted to a stationary housing component (8) by means of the thrust bearing element (14) and a ball bearing or toe bearing. A frictionless air bearing (3) is provided for horizontally housing the primary shaft (5) in order to improve the measuring accuracy.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL
 EV 636 851 828 US
 DEC 30 2005

AP



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 05 951 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
G 01 F 1/84

②① Aktenzeichen: 199 05 951.9
②② Anmeldetag: 12. 2. 1999
④③ Offenlegungstag: 17. 8. 2000

DE 199 05 951 A 1

⑦① Anmelder:
Schenck Process GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑦④ Vertreter:
Behrens, H., Dipl.-Ing., Rechtsanwalt., 64293
Darmstadt

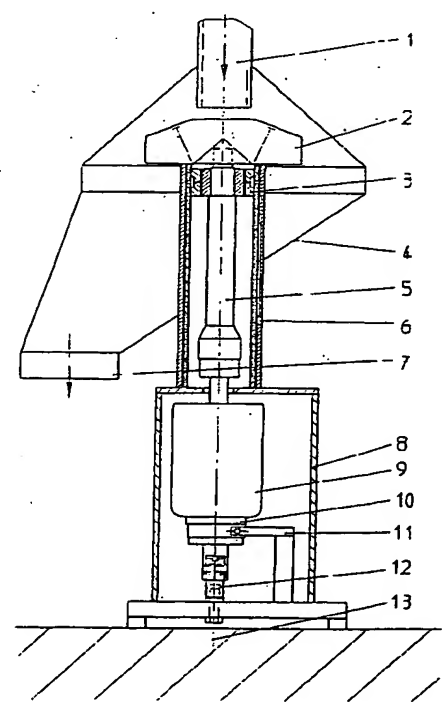
⑦② Erfinder:
Törner, Ludger, 64859 Eppertshausen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

- DE 195 04 992 C1
- DE 196 11 562 A1
- DE 196 05 910 A1
- DE 33 46 145 A1
- DE 25 44 976 A1
- EP 08 66 318 A1
- EP 08 57 952 A2
- EP 08 57 951 A1
- EP 08 45 662 A1
- EP 05 90 187 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Vorrichtung zum Messen eines Massestromes
⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen des Massestromes, insbesondere eines Schüttgutstromes, nach dem Coriolis-Meßprinzip. Diese Vorrichtung enthält ein von einem Motor (9) mit konstanter Drehzahl angetriebenes Flügelrad (2), auf das der Materialstrom aufgegeben und radial umgeleitet und durch eine Drehmomentmeßeinrichtung das Antriebsdrehmoment gemessen wird. Das Antriebsdrehmoment wird dabei über ein Drehlagerelement (12) auf ein Kraftmeßelement (22) zur Drehmomentbestimmung übertragen, das mindestens zwei sich überkreuzende horizontale Blattfederelemente (16, 17) enthält. Dabei sind die Blattfederelemente (16, 17) so angeordnet, daß deren Kreuzungspunkt mit einer vorgesehenen Drehachse (13) zusammenfällt. In das Drehlagerelement (12) ist ein Axiallagerelement (14) integriert, durch das die Gewichtskraft des Antriebsstrangs mit Hilfe einer Kugel- oder Spitzenlagerung auf ein stationäres Gehäuseeteil (8) übertragen wird. Zur horizontalen Lagerung der Antriebswelle (5) ist zur Verbesserung der Meßgenauigkeit noch ein reibungsfreies Luftlager (3) vorgesehen.



DE 199 05 951 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen eines Massestromes, insbesondere eines Schüttgüterstromes nach dem Coriolis-Meßprinzip gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur genauen Gewichtserfassung von Materialströmen wird die wirksame Trägheitskraft (Corioliskraft), welche bei der Kopplung eines bewegten Masseilchens mit einem sich drehenden Bezugskörper auftritt, zur Massenbestimmung ausgenutzt. Hierzu wird der Materialstrom auf eine mit radialen Leitschaufeln versehene Scheibe aufgebracht, worauf das Schüttgut im wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse der Scheibe weggeschleudert wird. Das Drehmoment der mit konstanter Drehzahl rotierenden Scheibe ändert sich entsprechend der Corioliskraft, wobei die Drehmomentänderung proportional ist.

Eine derartige Meßvorrichtung zur kontinuierlichen Gewichtserfassung von Materialströmen ist aus der DE-OS 33 46 145 vorbekannt. Bei dieser Meßvorrichtung wird ein mit konstanter Drehzahl rotierendes Flügelrad von einem unmittelbar darüber angeordneten Elektromotor angetrieben, der in einem stationären Gehäuse pendelnd gelagert ist. Dabei ist am Antriebsmotor ein Hebelarm angebracht, mit dem sich der drehbar gelagerte Motor auf einen mit dem Gehäuse verbundenen Kraftaufnehmer abstützt. Dadurch wird das Reaktionsdrehmoment der auftretenden Verdrehung des Motorgehäuses auf den Kraftaufnehmer übertragen. Die aufgenommene Kraft wird unter Berücksichtigung des Hebelarms in ein Drehmoment umgerechnet, was genau dem Massendurchsatz proportional ist. Bei dieser Vorrichtung ist der pendelnd aufgehängte Motor gegenüber dem stationären Gehäuse in Kugellagern geführt, die durch ihre Reibung die Drehmomentmessung verfälschen können. Auch wenn man diese Lagerreibung durch eine Leerlaufmessung ermittelt und entsprechend berücksichtigt, treten im Lastbetrieb unterschiedliche Lagerreibungen dadurch auf, daß bei einem einseitig abgestützten Motor an den Lagerwänden durch eine ungleichmäßige Schmierung unbestimmbare Reibungen auftreten, die das Meßergebnis verfälschen.

Zur Vermeidung derartiger ungleichmäßiger Reibungswirkungen ist aus der EP 0 590 187 A1 eine Drehmomentmeßeinrichtung mit einem Torsionsgelenk bekannt, das das Antriebsdrehmoment über drei vertikal angeordnete Blattfedern in mindestens zwei separate Kraftaufnahmerelemente einleitet, wobei sich das Antriebsdrehmoment des Motors immer symmetrisch zur Drehachse auf den beiden Kraftmeßelementen abstützt. Allerdings sind hierzu mindestens zwei Kraftmeßelemente notwendig, die den apparativen Aufwand der Meßvorrichtung erhöhen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Meßeinrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß mit einfachen Mitteln eine hohe Meßgenauigkeit erzielbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebene Erfindung gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß durch die überkreuz angeordneten Blattfederelemente die Meßvorrichtung stets auf einer vorherbestimmten Drehachse fixiert bleibt. Damit kann sich die Hebelarmlänge zur Abstützung auf einer stationären Kraftmeßvorrichtung nicht verändern, so daß eine gute Nullpunktstabilität und Meßwertkonstanz erreichbar ist. Hierdurch wird gleichzeitig auch eine gute Temperaturunempfindlichkeit erzielt, da die Wärmeausdehnungen sich nur unwesentlich auf die Hebelarmlänge auswirken können.

Bei einer besonderen Ausführungsart der Erfindung mit einer axialen Kugel- oder Spitzenlagerung ist von Vorteil, daß hierdurch das Gewicht des Antriebsstrangs (Flügelrad, Antriebswelle, Motor) weitgehend reibungsarm auf ein stationäres Gehäuseteil übertragbar ist, wodurch reibungsbedingte Meßfehler weitgehend vermeidbar sind. Da bei einer derartigen Ausführungsform die Drehlagerung keine axialen Kräfte aufnehmen muß, tritt auch kaum eine Kraftnebenschluswirkung auf, so daß mit einer derartigen Meßvorrichtung in vorteilhafter Art und Weise auch kleine Förderstärken meßbar sind. Bei einer solchen axialen Lagerung ist auch vorteilhaft, daß diese in einfacher Weise auch vor Verschmutzung schützbar ist, so daß auch eine Langzeitgenauigkeit gewährleistet ist.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsart mit Hilfe eines Fluidlagers im Durchführungsbereich wird eine reibungsfreie horizontale Lagerung der Antriebswelle erreicht, so daß auch hierdurch reibungsbedingte Meßfehler zusätzlich vermieden werden. Gleichzeitig gewährleistet eine solche Fluid- bzw. Luftlagerung ein hervorragendes Abdichten zum Schüttgutraum, so daß die Meßeinrichtung vorteilhafterweise auch mit überdruck betrieben werden kann, ohne daß eine Verschmutzung und Reibungserhöhung des Lagers zu befürchten ist.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Messung des Massestroms; Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Drehmomentmeßvorrichtung in Seitenansicht und

Fig. 3 die Drehmomentmeßvorrichtung in Draufsicht.

In Fig. 1 der Zeichnung ist schematisch eine Vorrichtung zur Messung des Massestroms im Schnitt dargestellt, bei dem das Flügelrad 2 oberhalb des Antriebsmotors 9 auf einer verlängerten Antriebsachse 5 angeordnet ist und wo das Antriebsmoment über ein Drehlagerelement 12 auf einen Kraftaufnehmer 11 als Drehmomentmeßvorrichtung übertragen wird.

Der Massestrom, der meist ein Schüttgutstrom darstellt, wird oben über eine rohrförmige Schüttgutzufuhr 1 im Zentrum auf ein Flügelrad 2 geleitet. Das Flügelrad 2 wird durch den Antriebsmotor 9 mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben, wodurch der Schüttgutstrom horizontal ausgelenkt wird und durch das umgebende Schüttgutgehäuse 4 durch einen Schüttgutauslauf 7 nach unten abfließt. Das Flügelrad 2 befindet sich auf einer verlängerten vertikalen Antriebswelle 5, die durch ein Luftlager 3 horizontal gegenüber dem Schüttgutgehäuse 4 gelagert ist. Durch dieses Luftlager 3 wird gleichzeitig eine Abdichtung gegenüber dem Schüttgutgehäuse 4 erreicht, so daß eine Verschmutzung des Lagers 3 weitgehend vermieden wird. Dabei muß der Luftdruck im Lager 3 allerdings um einen bestimmten Wert größer sein als der Druck im Schüttgutgehäuse 4. Dieses Lager 3 eignet sich deshalb auch gut für Schüttgutströme, die mit Überdruck durch die Meßvorrichtung gefördert werden. Vorteilhafterweise ist ein derartiges Luftlager 3 auch weitgehend reibungsfrei, so daß dadurch das Meßergebnis nicht durch Reibungsverluste verfälscht werden kann. Dies ist insbesondere bei der Messung kleiner Massenströme wichtig, da hier bereits kleine Reibungsverluste zu verhältnismäßig großen Meßfehlern führen. Dieses Luftlager 3 wird über einen Druckluftanschluß 6 am Gehäuseteil 4 mit dem notwendigen Überdruck versorgt, der in industriellen Anwendungsbereichen meist zentral vorhanden ist. Ein solches Luftlager 3 kann aber auch mit anderen für derartige Lager geeigneten Fluiden betrieben werden, soweit dies aus konstruktiven oder versorgungstechnischen Gründen notwendig ist.

Das Schüttgutgehäuse 4 ist auf einem darunterliegenden Motorgehäuse 8 als stationärer Teil befestigt. In dem Motorgehäuse 8 ist der Antriebsmotor 9 vertikal angeordnet. Dabei ist der Motor 9 an seiner Unterseite auf einer Kopfplatte 10 befestigt, die den gesamten Antriebsstrang (Flügelrad, Antriebswelle, Motor) auf einem Drehlagerelement 12 abstützt. Das Drehlagerelement 12 besteht im wesentlichen aus einer oberen Lagerhülse 15 und einer unteren Lagerhülse 18, zwischen denen eine Kugel 14 als Axiallagerung angeordnet ist. In dieses Drehlagerelement 12 ist gleichzeitig die Drehmomentmeßvorrichtung 11 integriert, die ein elektrisches Signal liefert, das der Förderstärke bzw. der Fördermenge des Schüttgutstromes proportional ist.

Das Drehlagerelement 12 mit der Drehmomentmeßvorrichtung 11 ist im einzelnen in Fig. 2 und 3 vergrößert dargestellt. Dabei wurden für dieselben Teile in den dargestellten Figuren auch dieselben Bezugszeichen verwandt. Bei dem Drehlagerelement 12 ist die obere Lagerhülse 15 fest mit der Kopfplatte 10 verbunden und symmetrisch zur Drehachse 13 des Motors 9 angeordnet. In die nach unten offene obere Lagerhülse 15 ist die untere Lagerhülse 18 koaxial eingeführt, wobei die untere Lagerhülse 18 auf ihrem oberen Teil eine Aussparung für die Kugel als Axiallagerung enthält. Durch diese Aussparung wird die Kugel 14 auf einer vorgegebenen Drehachse fixiert.

Die untere Lagerhülse 18 ist in ihrem unteren Bereich mit einer Kugelpfanne 20 versehen, durch die die untere Lagerhülse 18 senkrecht und symmetrisch zur vorgesehenen Drehachse 13 am Motorgehäuse 4 mittels einer Befestigungsschraube 19 angebracht ist. Beide Lagerhülsen 15, 18 sind seitlich voneinander beabstandet, so daß sie ohne Berührung gegeneinander verdrehbar sind.

Im Überlappungsbereich der beiden zylinderförmigen Lagerhülsen 15, 18 sind horizontal und um 90° sich kreuzende Blattfederelemente 16, 17 vorgesehen, die mit einem Ende an der oberen Lagerhülse 15 und mit dem anderen Ende an der unteren Lagerhülse 18 befestigt sind. Da die sich kreuzenden Federelemente 16, 17 durch den Hohlraum des unteren Zylinders 18 geführt werden, sind auf der gegenüberliegenden Seite der unteren Lagerhülse 18 zwei seitliche Aussparungen zur Durchführung der Federelemente 16, 17 vorgesehen, die einen bestimmten Verdrehwinkel zwischen den beiden Lagerhülsen 15, 18 ermöglichen. Die Blattfederelemente 16, 17 sind dabei so ausgebildet, daß sie in Drehrichtung des Antriebsmotors 9 biegeweich und in Längsrichtung biegesteif sind. Durch die winkelmäßig versetzt angeordneten Blattfederelemente 16, 17 kreuzen sich diese auf der vorgesehenen Drehachse 13 und fixieren dadurch beide Lagerhülsen 15, 18 symmetrisch zu dieser Drehachse 13. Dabei können auch andere Kreuzungswinkel als auch mehr als zwei Federelemente vorgesehen werden, soweit dies nach der vorgesehenen Konstruktion des Lagerelements vorteilhaft erscheint. Hierbei ist allerdings zu gewährleisten, daß die Fixierung auf der vorgesehenen Drehachse 13 erfolgt. Die Blattfederelemente 16, 17 sind in vertikaler Richtung in unterschiedlichen Ebenen angeordnet, so daß eine direkte Berührung der Federelemente 16, 17 ausgeschlossen ist.

Als Axiallagerung kann anstatt einer Kugel 14 auch eine Spitzenlagerung oder vergleichbare Lagerungen vorgesehen werden, soweit dadurch eine nahezu reibungslose Axiallagerung um die Drehachse 13 gewährleistet ist.

An der oberen Lagerhülse 15 ist am äußeren Umfang seitlich rechtwinklig zum Mittelpunkt ein Hebelarm 24 angebracht, an dessen Ende horizontal und rechtwinklig ein Druckstück 23 befestigt ist. Dabei stützt sich das Druckstück 23 auf ein Kraftmeßelement 22 ab, das fest mit dem Boden des stationären Motorgehäuses 8 verbunden ist. Bei

dem Kraftmeßelement 22 kann es sich vorteilhafterweise um einen mit Dehnungsmeßstreifen bestückten Biegebalken handeln, der als Ausgangssignal ein der Kraft entsprechendes elektrisches Signal liefert.

Beim Betrieb der Meßvorrichtung stützt sich der Motor 9 mit seinem Antriebsmoment radial auf das Kraftmeßelement 22 ab, woraus mit Hilfe des bekannten Hebelarms 24 das Antriebsmoment bestimmt wird. Aus dem Antriebsmoment kann in bekannter Weise die Förderstärke und/oder die Fördermenge ermittelt werden. Dabei wird auch durch die spezielle Anordnung der Blattfederelemente 16, 17 gewährleistet, daß sich die festgelegte Drehachse 13 auch bei großen Belastungsänderungen nicht aus ihrer radialen Lage verschiebt und dadurch die vorbestimmte Hebelarmlänge verändert. Durch eine derartige winkelpersetzte sich kreuzende Drehlagerung 12 können in Drehrichtung auch sehr biegeweich Blattfedern 16, 17 eingesetzt werden, wodurch kaum eine meßwertverfälschende Kraftnebenschlußwirkung auftritt. Hierdurch ist diese Meßvorrichtung auch für verhältnismäßig kleine Förderstärken bei hohen Genauigkeitsanforderungen einsetzbar, weil diese nahezu kraftnebenschlußfreie Drehmomentübertragung nur geringe Meßfehler verursacht. Dieser geringe Meßfehler bei kleinen Förderstärken wird noch dadurch verbessert, daß ein nahezu reibungsfreies Luft- 3 und Axiallager 14 eingesetzt wird, da hierdurch kaum Reibungs- und Kraftnebenschlußfehler in der gesamten Meßvorrichtung auftreten können.

Derartige nahezu reibungs- und kraftnebenschlußfreie Lagerungen können vorteilhafterweise auch bei Meßvorrichtungen für große Förderstärken eingesetzt werden. Hierbei sind auch Getriebemotoren oder Zwischengetriebe denkbar, sofern diese hinreichend reibungsarm ausgestattet sind oder deren Reibung rechnerisch oder konstruktiv kompensierbar ist.

Eine derartige nahezu reibungs- und kraftnebenschlußfreie Lagerung kann auch für hängende Antriebsstränge mit obenliegenden Antrieben vorgesehen werden. Dabei muß dann die innenliegende Lagerhülse 18 so ausgebildet sein, daß die Kugel 14 unterhalb der Hülsenabdeckung in einer seitlichen Fixierung angeordnet ist. Die außenliegende Lagerhülse 15 muß dann so ausgebildet sein, daß mindestens ein Quersteg vorgesehen ist, der unterhalb der Kugel 14 durch die innenliegende Hülse 18 geführt ist. Damit wird die axiale Kraft des Antriebsstrangs über die Abdeckung der Innenhülse und die darüber angeordnete Kugel 14 auf den Quersteg der Außenhülse 15 übertragen, so daß hierdurch die gleiche Funktionsweise gewährleistet ist wie bei einer unterhalb des Schüttgutbehälters 4 angeordneten Motorlagerung 12.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen eines Massestromes, insbesondere eines Schüttgutstromes, nach dem Coriolis-Meßprinzip, die ein von einem Motor mit konstanter Drehzahl angetriebenes Flügelrad enthält, auf das der Materialstrom aufgegeben und radial umgeleitet und durch eine Drehmomentmeßeinrichtung das Antriebsdrehmoment gemessen wird, wobei das Antriebsdrehmoment über in Drehrichtung biegeweich und in Längsrichtung biegesteife Blattfederelemente übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Antriebsdrehmoment über ein Drehlagerelement (12) mit mindestens zwei horizontal und winkelpersetzt sich kreuzend angeordneten Blattfederelementen (16, 17) frei von Axialkräften auf ein Kraftmeßelement (22) übertragen wird, wobei der Kreuzungspunkt der Blattfederelemente (16, 17) auf einer vorgesehenen Drehachse

(13) liegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blattfederelemente (16, 17) in einem drehbaren Lagerelement (12) (Drehlagerelement) angeordnet sind, das auf der einen Seite fest mit dem Antriebsmotor (9) und auf der anderen Seite fest mit einem stationären Gehäuseteil (8) verbunden und in Verlängerung der vorgesehenen Drehachse (13) angebracht ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehlagerelement (12) mindestens zwei um die vorgesehene Drehachse (13) gegeneinander verdrehbare Teile (15, 18) umfaßt, die durch die Blattfederelemente (16, 17) miteinander verbunden sind, wobei nur das mit dem Antrieb (9) verbundene Leerelement (15) gegenüber dem anderen Lagerelement (18) bewegbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gegeneinander verdrehbaren Teile (15, 18) als zylinderförmige Hülsen ausgebildet sind und zu einem Teil koaxial ineinandergreifen.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Axiallagerelement (14) vorgesehen ist, durch das das Gewicht des Antriebsstrangs über dem vorgesehenen Drehpunkt (13) weitgehend reibungsfrei in ein stationäres Geräteteil (8) übertragen wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Axiallagerelement (14) auf der vorgesehenen Drehachse (13) angeordnet ist, wobei die Gewichtskraft weitgehend punktförmig über ein im Bereich der Drehachse (13) angeordnetes Kugel- oder Spitzenlager auf das stationäre Gehäuseteil (8) übertragen wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Axiallagerelement (14) in dem Drehlagerelement (12) integriert und zwischen den beiden gegeneinander verdrehbaren Lagerelementen (15, 18) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsstrang im Bereich der Antriebswelle (5) horizontal gelagert ist, wobei die Horizontallagerung (3) so ausgebildet ist, daß nahezu keine Reibung auftritt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Horizontallagerung (3) der Antriebswelle (5) als Luftlager ausgebildet ist, das gleichzeitig die Durchführung des Antriebsstrangs in den Schüttgutraum (4) abdichtet.

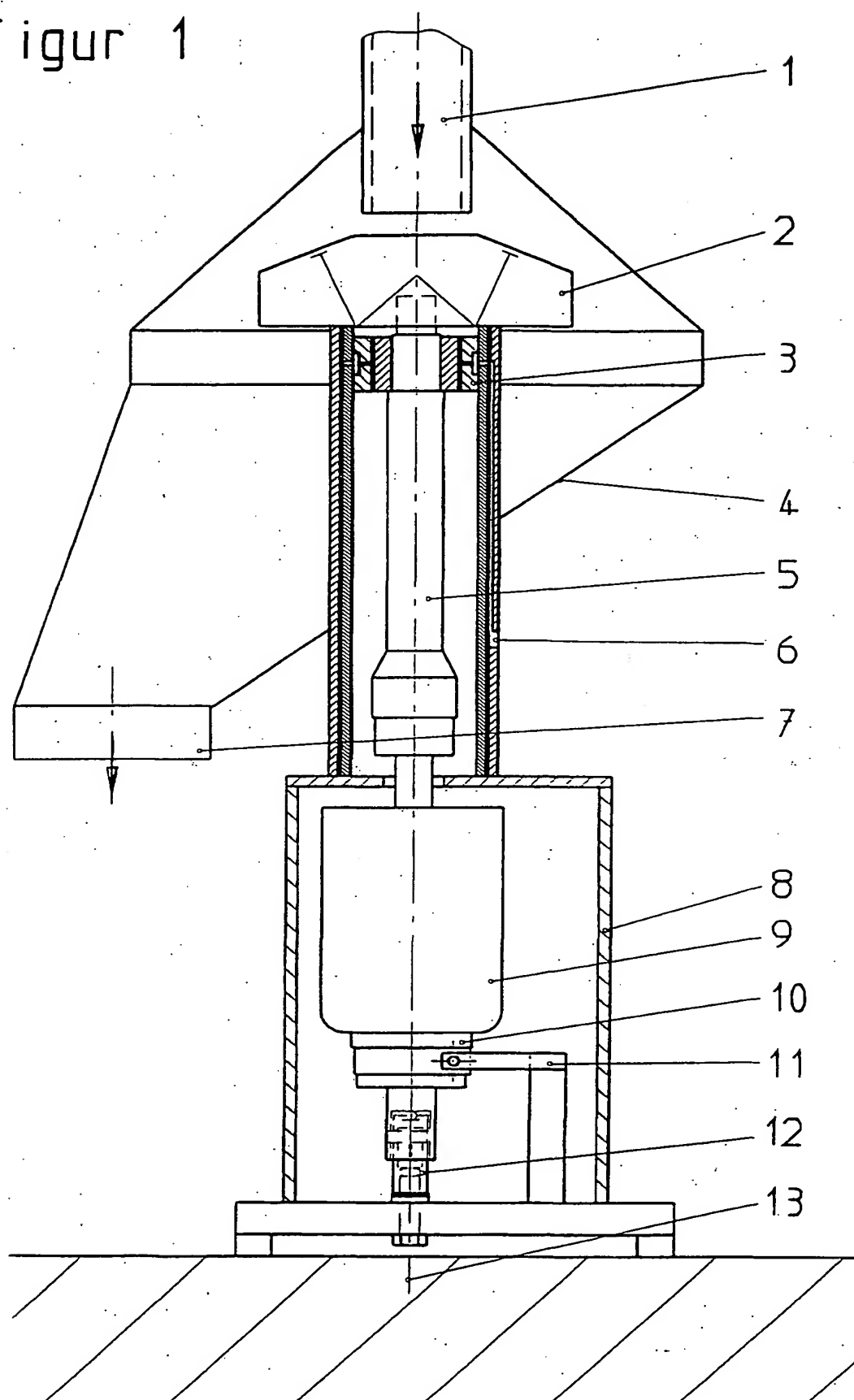
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluidlager (3) als Luftlager ausgebildet ist, das im Übergangsbereich der Antriebswelle (5) zum Flügelrad (2) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsstrang so angeordnet ist, daß der Motor (9) unterhalb des Flügelrades (2) und darunter das Drehlagerelement (12) als auch das Axiallagerelement (14) vorgesehen ist.

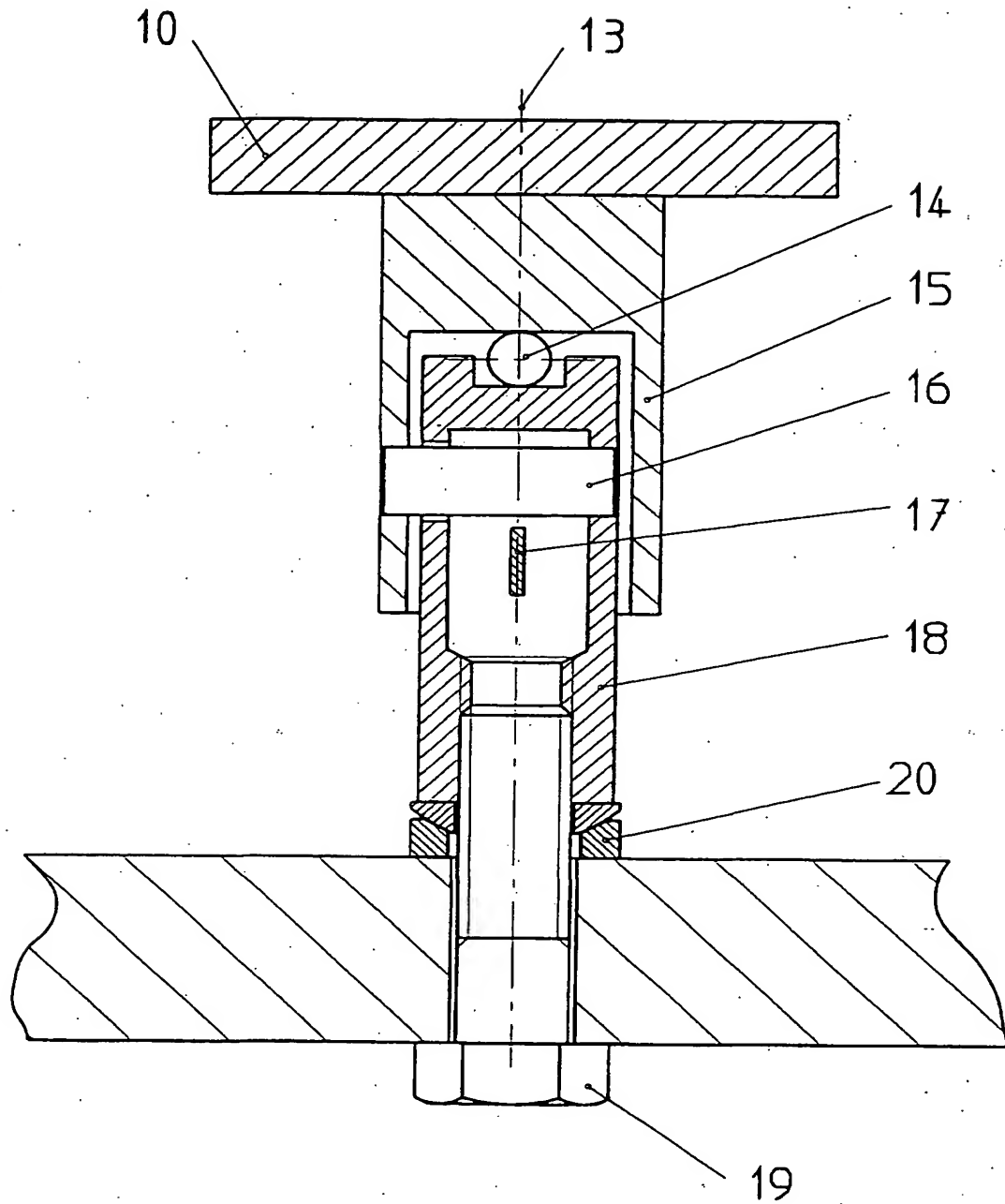
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsstrang so angeordnet ist, daß der Motor (9) oberhalb des Flügelrades (2) und darüber das Dreh- (12) und Axiallagerelement (14) vorgesehen ist.

65

Figur 1



Figur 2



Figur 3

